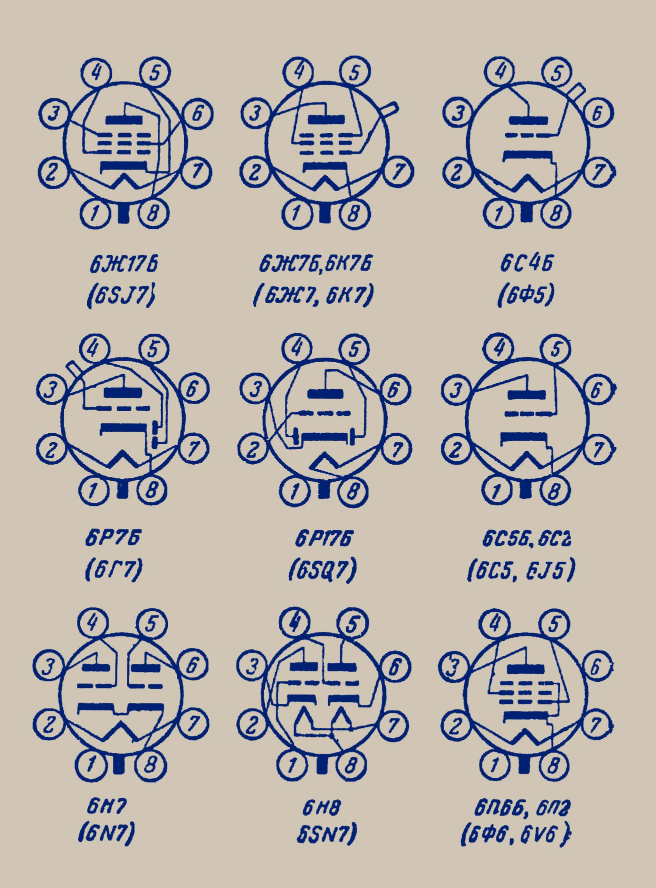
МАССОВАЯ
РАДИО
-БИБЛИОТЕКА

Ю. Н. ПРОЗОРОВСКИЙ

УСИЛЕНИЕ РЕЧЕЙ ОРАТОРОВ



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ



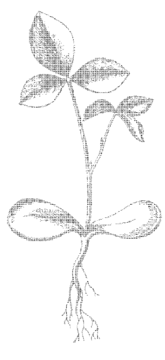
6Ж17Б
(6SJ7)
6Ж7Б,6К7Б
(6Ж7, 6К7)
6С4Б
(6Ф5)
6Р7Б
(6Г7)
6Р17Б
(6SQ7)
6С5Б, 6С2
(6С5, 6J5)
6Н7
(6N7)
6Н8
6SN7)
6П6Б, 6П2
(6Ф6, 6V6)

МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА
ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 59

Ю. Н. ПРОЗОРОВСКИЙ

УСИЛЕНИЕ РЕЧЕЙ ОРАТОРОВ





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1950 ЛЕНИНГРАД

В брошюре описан усилитель низкой частоты с выходной мощностью десять ватт, предназначенный для усиления речей; усилитель можно также использовать при проигрывании граммофонных пластинок или для трансляции передач радиовещательных станций. В брошюре указаны основные типы микрофонов и громкоговорителей, пригодных для применения в данной установке; изложены правила монтажа, налаживания и эксплоатации маломощных установок звукоусиления.

Брошюра предназначена для начинающего радиолюбителя.

СОДЕРЖАНИЕ

Редактор *Троицкий Л. В.* Технический редактор *С. Н. Бабочкин*

Сдано в набор 2/I 1950 г. Подписано к печати 6/V 1950 г.
Бумага 84×108 1/32 = 3/8 бумажных — 1,23 печ. л. Уч.-изд. 1,4
Т-02988 Тираж 25 000 Зак. 2422

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10

ВВЕДЕНИЕ

Звуковая мощность человеческой речи очень невелика и измеряется всего лишь десятками микроватт; поэтому речь, произносимая оратором, хорошо слышна только нескольким сотням ближайших слушателей. По мере удаления от оратора разборчивость его речи падает и шумы, имеющиеся в аудитории, постепенно заглушают ее.

Желание оратора передать свою мысль большему числу слушателей заставляет его повышать голос или разрывать свою речь на отдельные слова, чтобы облегчить ее восприятие всеми слушателями. Это приводит к искажению особенностей разговорной речи, изменению тембра голоса оратора и производит неприятное впечатление на слушателей. С другой стороны, удаленным слушателям приходится все время напрягать слух, чтобы расслышать речь оратора.

Все эти неприятные явления отпадают, если речь оратора усиливается специальными устройствами до такой степени, чтобы громкость ее в любом месте аудитории была достаточна для легкого восприятия слушателями.

Ниже мы рассмотрим основные принципы усиления речей ораторов и опишем одну из возможных конструкций передвижного усилительного устройства.

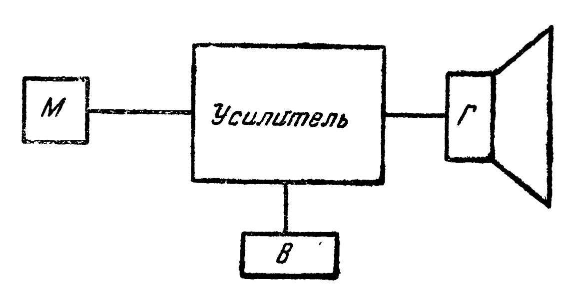
БЛОК-СХЕМА УСТАНОВКИ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ РЕЧЕЙ

На фиг. 1 схематически изображены основные узлы звукоусиливающей установки.

Микрофон *М* является «электрическим ухом» установки: он воспринимает звуки, распространяющиеся в виде колебаний воздуха, и превращает их в колебания электрического тока звуковой частоты. Так как мощность звука, воспринимаемого микрофоном, очень мала, то и мощность отдаваемого им электрического тока также невелика. Усилитель, в котором исполь-

зуется несколько радиоламп и других деталей, усиливает слабые колебания электрического тока, поступающего от микрофона, до такой величины, чтобы можно было привести в действие громкоговоритель *Г*.

Громкоговоритель превращает энергию токов звуковой частоты в колебания воздуха, воспринимаемые слушателями в виде звуков.



Фиг. 1. Блок-схема установки для усиления речей.

Выпрямитель *В* является вспомогательным устройством, которое «питает» радиолампы усилителя, превращая переменный ток, поступающий из осветительной сети, в постоянный ток необходимого напряжения.

Приведем данные микрофонов и громкоговорителей, с которыми придется встретиться радиолюбителю при изготовлении установки для усиления речей, а также скажем несколько слов об усилителях.

МИКРОФОНЫ И ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

Существует четыре основных типа микрофонов: угольный, электродинамический, конденсаторный и пьезоэлектрический.

Наибольшее распространение получили угольные микрофоны, применяющиеся в проволочной телефонной связи, на маломощных радиостанциях и т. д.

Широко распространенный «микрофонный капсюль» типа МБ-5 при разговоре вблизи мембраны создает электродвижущую силу (э. д. с.) около 0,5—1,0 *в*; напряжение батареи питания микрофона должно равняться 2—3 *в*, сила тока, протекающего через микрофон, достигает 40—70 *ма*.

Другие угольные микрофоны («диспетчерский», МБ и ЦБ) имеют максимальную э. д. с. порядка десятых долей вольта.

Для их нормальной работы требуются батареи со следующими напряжениями:

МБ	2,5—4,5 *в*
МБ (диспетчерский) . .	6 *в*
ЦБ	24 *в*

Все перечисленные микрофоны мало пригодны для установок звукоусиления из-за больших внутренних шумов и неудовлетворительной «частотной характеристики» (неодинаковой чувствительности к различным звуковым частотам).

Общим недостатком всех угольных микрофонов является необходимость периодической замены угольного порошка.

Значительно более совершенным типом микрофона является электродинамический. Наибольшее распространение получил катушечный электродинамический микрофон СДМ; он имеет почти одинаковую чувствительность для звуковых колебаний, имеющих частоту от 50 до 10 000 *гц*.

Распространены также ленточные электродинамические микрофоны МЛ-4 и МЛ-10; их особенностью является «направленность действия»: микрофоны хорошо воспринимают звуки, приходящие под прямым углом к поверхности ленточки и обладают малой чувствительностью к звукам, приходящим к ней под острыми углами.

Электродвижущая сила, создаваемая всеми электродинамическими микрофонами, измеряется долями милливольта.

Конденсаторные и пьезоэлектрические микрофоны получили пока сравнительно небольшое распространение, поэтому мы не приводим их данных.

Громкоговорители, предназначенные для установок звукоусиления, должны иметь достаточно высокие электроакустические качества и номинальную мощность не менее 3—5 *вт*. Маломощные электромагнитные громкоговорители («Рекорд», «Зорька») и пьезоэлектрические громкоговорители различных типов мало пригодны для наших целей.

Для установок звукоусиления более всего подходят рупорные электродинамические громкоговорители Р-10, РД-10 и 25ГРД-3; в маломощных установках могут быть применены динамические громкоговорители от радиоприемников, мощность громкоговорителей должна быть не менее 3 *вт* (2ГДМ-3, 2ГДП-3, ДП-37, ДД-3 и др.). Эти громкоговорители должны быть укреплены (каждый по отдельности) в ящиках или на отражательных досках.

Небольшой объем настоящей брошюры не позволяет нам дать подробное описание различных типов микрофонов и громкоговорителей. Желающие могут почерпнуть эти сведения из книги А. М. Бройде, Радиотехнические устройства, Госэнергоиздат, 1948 г. стр. 26—49.

УСИЛИТЕЛИ

В настоящем разделе мы ограничимся указаниями по выбору мощности и схемы выходного каскада усилителя, пригодного для наших целей, а также рассмотрим некоторые технические требования, предъявляемые к установкам звукоусиления.

Приступая к постройке установки для усиления речей ораторов, следует прежде всего определить электрическую мощность, необходимую для озвучания зала или аудитории, в которой будет работать установка. Эта мощность должна быть тем больше, чем больше объем («кубатура») помещения; объем определяется перемножением трех линейных размеров— длины, ширины и высоты (в случае помещения, имеющего форму параллелепипеда).

Мощностью усилителя называют мощность токов звуковой частоты, которую усилитель может отдать громкоговорителю или передать в линию, причем искажения, вносимые усилителем, в этом случае не должны превышать определенной нормы. С повышением забираемой от усилителя мощности вносимые им искажения возрастают; поэтому один и тот же усилитель можно оценить, как имеющий различную мощность, в зависимости от того, какую допустить величину искажений.

Приводим таблицу, в которой указаны мощности усилителей, необходимые для озвучания помещений различных объемов.

Объем помещения, $м^3$	Мощность усилителя, *вт*	Объем помещения, $м^3$	Мощность усилителя, *вт*
500	3—6	4 000	17—33
1 000	5—10	5 000	21—39
1 500	7—14	6 000	24—43
2 000	9—18	8 000	32—55
2 500	11—22	10 000	38—68
3 000	13—25		

Приведенные мощности рассчитаны на получение нормальной громкости, с которой обычно воспроизводится радиопередача или передача звука в звуковых кинотеатрах.

Не следует удивляться тому, что величины мощностей, приведенные в таблице, имеют пределы, примерно в 2 раза отличающиеся друг от друга. Благодаря особенностям восприятия звуков нашим ухом увеличение мощности усилителя вдвое вызывает сравнительно небольшое увеличение громкости слышимой передачи.

Установив по таблице мощность усилителя, необходимую для озвучания имеющегося помещения, следует выбрать тип схемы выходного каскада усилителя и режим его работы.

Усилители низкой частоты могут работать в различных режимах: подробно этот вопрос разобран в первом выпуске массовой радиобиблиотечки—брошюре С. А. Бажанова, «Как работает радиолампа. Классы усиления», а также в ряде специальных руководств. Кратко напомним читателю основные свойства различных режимов.

Режим А характеризуется тем, что рабочая точка находится в середине прямолинейной части характеристики лампы; при этом лампа работает «без отсечки» анодного тока, который протекает через лампу в течение всей передачи.

Электрический к. п. д. усилительной ступени, работающий в классе А, невелик, он равен всего лишь 15—20%. Усилитель класса А вносит в передачу очень небольшие искажения. Поэтому усилители такого класса обычно применяются в маломощных устройствах, мощностью не выше 3—5 *вт*, в которых можно пренебречь повышенными потерями энергии в усилителе.

Режим В применяется в двухтактных усилителях. В этом случае каждая из двух используемых в ступени ламп работает только в течение одной половины периода звуковой частоты. Лампы работают по очереди — одна «заперта» (анодный ток через нее не течет), другая работает; в течение следующего полупериода работает первая лампа, а вторая «заперта», и т. д.

Коэффициент полезного действия усилителя, работающего в классе В, доходит до 65%, но вследствие нелинейности ламповых характеристик искажения, вносимые усилителем класса В, больше, чем у усилителя, работающего в классе А.

Режим В используется в экономичных усилителях средней и малой мощности, в которых можно допустить несколько ухудшенное качество воспроизведения передачи.

Если лампы усилителя работают с сеточными токами, то к названию режима добавляется индекс 2 (например B_2); если же сеточный ток вообще не возникает при работе ламп, то прибавляют индекс 1.

Промежуточным между режимами А и В является режим АВ. В этом режиме лампы так же, как и в режиме В, работают с перерывами, но «отсечка» анодного тока меньше, чем в режиме В — каждая из ламп «заперта» только в течение некоторой части полупериода и работает в течение остальной части этого полупериода, а также в течение всего следующего полупериода.

Аналогично режимам B_1 и B_2 принято различать режимы AB_1 (без сеточных токов) и AB_2 (с сеточными токами).

Коэффициент полезного действия усилителя, работающего в режиме AB_1, доходит до 50%, искажения, вносимые усилителем класса AB_1, несколько выше, чем при использовании режима А. Режим AB_1 применяют для усилителей мощностью в несколько десятков ватт.

В мощных усилителях применяется обычно режим AB_2 как более экономичный, чем режим AB_1 (к. п. д. доходит до 60—65%), однако искажения, возникающие при использовании режима AB_2, превышают искажения усилителя класса AB_1.

На основании сказанного отметим наивыгоднейшие режимы для некоторых вариантов усилителей различной мощности, легко выполнимых в любительских условиях.

1. Усилитель мощностью 5 *вт*; такой усилитель может обслужить помещение объемом от 400 до 1 000 *м*³. Выходная лампа усилителя (типа 6П3) может работать в режиме класса А.

2. Усилитель мощностью 10 *вт*, пригодный для озвучания помещения объемом 1 000—2 000 *м*³; выходной каскад усилителя может работать в режиме AB_1 (лампы 6П6Б или 6П3) или в режиме B_2 (лампа 6Н7).

3. Усилитель мощностью 20—25 *вт*, который можно использовать для озвучания помещения объемом 2 000—6 000 *м*³; в выходном каскаде должны применяться две лампы 6П3, работающие в режиме AB_1.

В любительских условиях вряд ли следует строить более мощные усилители, так как наша промышленность выпускает хорошие 50-ваттные усилители У-50, а также несколько типов более мощных усилителей; в случае необходимости озвучания помещений объемом более 3 000—5 000 *м*³ рекомендуется применять усилители промышленного производства.

При выборе схемы и конструкции усилителя для установки звукоусиления следует учитывать ряд технических и эксплоатационных требований к нему.

Усилитель должен отдавать необходимую мощность при работе от динамического микрофона, наиболее пригодного для наших целей. Должна быть обеспечена возможность использования усилителя не только для усиления речей, но также и для проигрывания граммофонных пластинок или усиления передачи, принятой радиоприемником.

Выходной трансформатор усилителя должен быть рассчитан так, чтобы к нему можно было подключать динамики с звуковыми катушками различного сопротивления.

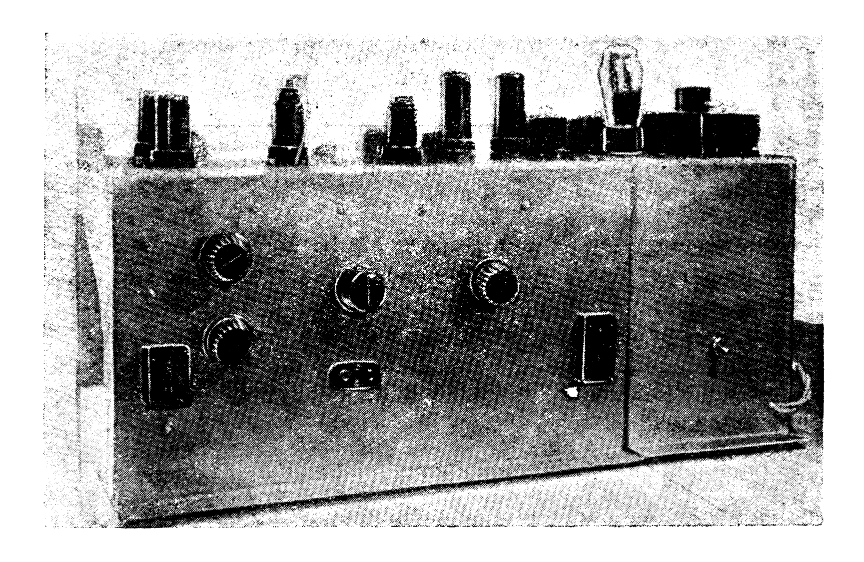
Усилитель должен «пропускать» без заметного ослабления полосу звуковых частот, достаточную для неискаженной передачи речи оратора. Колебания усиления на отдельных частотах внутри пропускаемой усилителем полосы частот не должны превышать определенной нормы.

Человеческое ухо способно воспринимать звуковые колебания, имеющие частоту от 15—20 до 15 000—16 000 *гц*. Пропустить через усилитель такую широкую полосу частот без искажений возможно, но технически это очень сложно. К тому же, вовсе необязательно усиливать все частоты, входящие в этот диапазон.

Полоса пропускания большинства радиоприемников лежит в пределах от 80—150 до 4 000—5 000 *гц*, при этом качество воспроизведения передачи остается вполне удовлетворительным; звуковые частоты, записываемые на граммофонных пластинках, лежат в пределах от 200 до 5 000 *гц*. Опыты показывают, что для удовлетворительной разборчивости человеческой речи необходимо воспроизвести звуковые частоты всего лишь от 300 до 2 500 *гц*. Хорошее звучание речи обеспечивается при передаче полосы частот от 150—200 до 4 500—5 000 *гц*. Усилитель, пропускающий такую полосу частот, сможет вполне удовлетворительно усиливать радиопередачи и воспроизводить граммофонную запись. Поэтому можно считать, что усилитель установки звукоусиления должен иметь полосу пропускания от 150—200 до 4 500—5 000 *гц*.

Неравномерность усиления на различных звуковых частотах обычно называют «частотными искажениями». Усилители вносят также искажения другого вида, называемые «нелинейными»; в основном эти искажения возникают вследствие того, что характеристика лампы на рабочем участке несколько отличается от прямой линии.

Усилитель, вносящий в передачу нелинейные искажения, изменяет форму кривой усиливаемого напряжения. Например, если на вход усилителя подвести напряжение, изменяющееся по синусоиде, то при отсутствии искажений напряжение на выходе будет также «синусоидальным»; если же усилитель вносит нелинейные искажения, то выходное напряжение исказится по форме, что приведет к появлению на выходе новых,



Фиг. 2. Общий вид панелей.

высших частот — «гармоник», которых не было подведено к его входу. На слух нелинейные искажения проявляются в виде хрипов и искажения тембра передачи.

Нелинейные искажения измеряются «коэффициентом нелинейности», характеризующим процентное содержание гармоник в общем спектре частот. Для радиовещательных усилителей коэффициент нелинейности не должен превышать 5—7%.

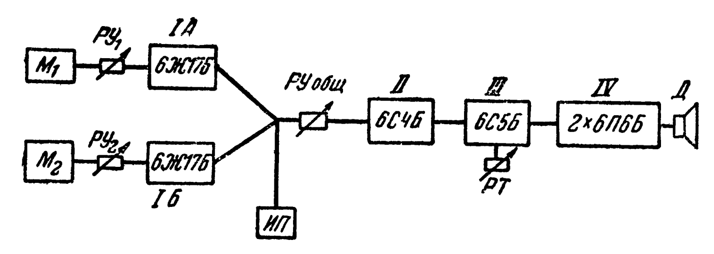
Переходим к описанию конструкции 10-ваттного усилителя для усиления речей; при его конструировании учтены все вышеприведенные требования.

Внешний вид обеих панелей установки показан на фиг. 2.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ РЕЧЕЙ

Полная принципиальная схема всей установки довольно сложна. Для того, чтобы помочь начинающему радиолюбителю разобраться в ней, мы приводим на фиг. 3 упрощенную блок-схему установки.

Усилитель установки состоит из четырех ступеней, обозначенных на фигуре цифрами *I*, *II*, *III* и *IV*; внутри каждого квадрата, обозначающего ступень, написано наименование радиолампы, примененной в нем. В усилителе имеются две



Фиг. 3. Блок-схема установки.

отдельные первые ступени *1А* и *1Б*, каждая из них усиливает напряжение звуковой частоты, поступающее от одного из микрофонов M_1 и M_2.

Необходимый уровень громкости передачи устанавливается регуляторами усиления $РУ_1$ и $РУ_2$. Усиленное напряжение подводится ко входу ступени *II*. Сюда же может быть подано напряжение от постороннего «источника программы» *ИП*, в качестве которого могут быть использованы детекторная ступень радиоприемника, трансляционная линия или звукосниматель при проигрывании граммофонных пластинок. Общий регулятор усиления $РУ_{общ}$ позволяет подбирать необходимую громкость звучания при пользовании любым из источников программ.

Ступени *II* и *III* служат для усиления напряжения до такой величины, чтобы можно было «раскачать» выходную ступень *IV*. Эта ступень является усилителем мощности, она создает энергию токов звуковой частоты, необходимую для приведения в действие громкоговорителя *Д*.

Регулятор тембра *РТ*, включенный в ступени *III*, необходим для подбора тембра звучания, в зависимости от вида передачи и индивидуального вкуса слушателей.

Полная принципиальная схема усилителя показана на фиг. 4; рассмотрим назначение и работу ее отдельных деталей.

Входные цепи усилителя рассчитаны на использование электродинамических микрофонов (типа СДМ или других).

Обе микрофонных ступени совершенно одинаковы по схеме, поэтому мы рассмотрим лишь одну из них.

Напряжение звуковой частоты от трансформатора микрофона подводится к гнездам *М*, соединенным с первичной обмоткой *I* входного трансформатора $Тр_1$. Первичная обмотка рассчитана на входное сопротивление 600 *ом*; трансформатор, имеющийся в корпусе микрофона СДМ, должен быть включен также на выходное сопротивление 600 *ом*.

Вторичная обмотка *II* трансформатора соединена с переменным сопротивлением R_1, которое служит регулятором усиления микрофонной ступени. Напряжение, снимаемое между движком сопротивления R_1 и его заземленным концом, подводится к управляющей сетке лампы 6Ж17Б. Сопротивление R_3 в ее анодной цепи является нагрузкой лампы. Усиленное лампой напряжение звуковой частоты через конденсатор C_4 и сопротивление R_8 подводится к общему регулятору усиления R_{11}.

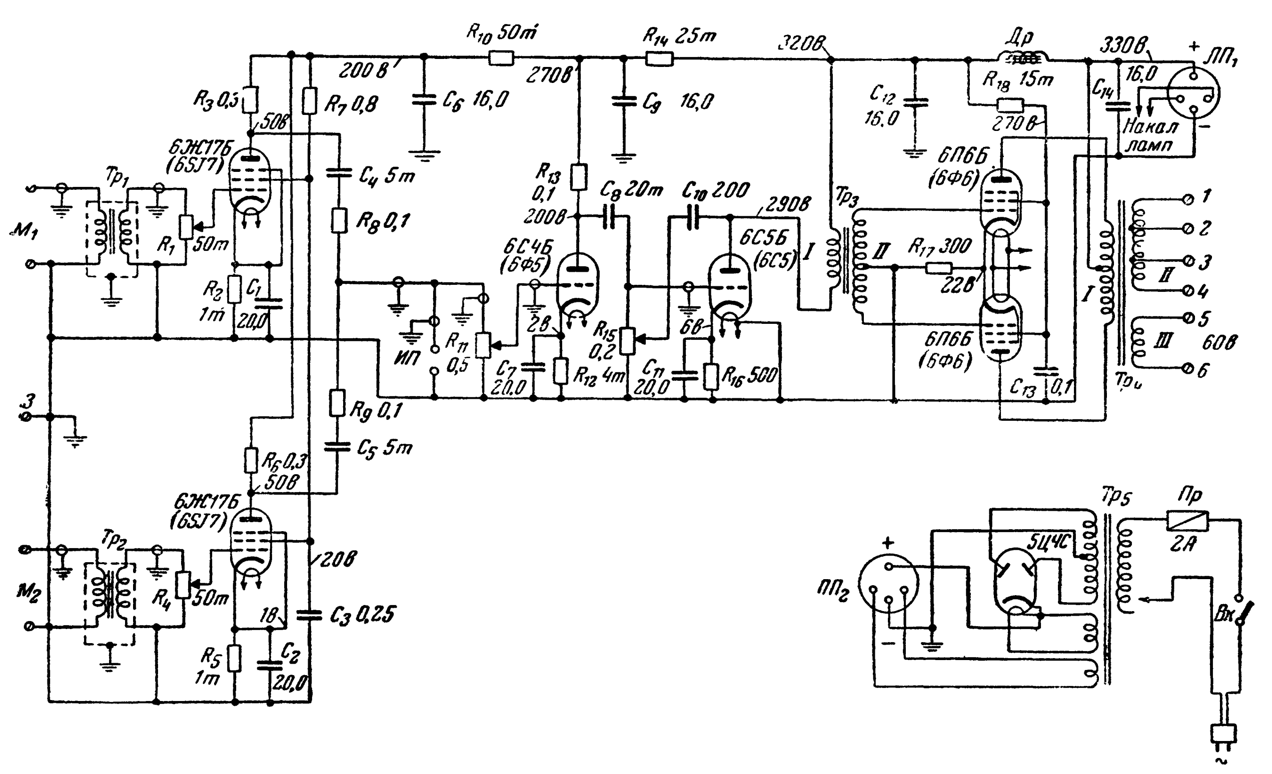
Разделительный конденсатор C_4 предохраняет цепь сетки следующей лампы от соединения с высоким анодным напряжением, подведенным к аноду лампы 6Ж17Б; для токов звуковой частоты этот конденсатор имеет сравнительно небольшое сопротивление и легко пропускает их на сетку следующей лампы; постоянный же ток пройти через конденсатор не может.

Сопротивление R_2, включенное в цепь катода лампы, служит для создания «отрицательного смещения» на сетке лампы 6Ж17Б, которое необходимо для нормальной работы лампы в режиме А без сеточных токов.

Анодный ток лампы, проходя через сопротивление R_2, создает на нем некоторое падение напряжения; это напряжение приложено своим отрицательным полюсом к управляющей сетке лампы (через сопротивление R_1), а положительным полюсом — к ее катоду.

Присоединенный параллельно сопротивлению R_2 конденсатор C_1 дает возможность токам звуковой частоты пройти мимо сопротивления R_2; величина смещения на сетку при наличии конденсатора C_1 практически не изменяется и не зависит от колебания анодного тока лампы во время передачи.

Напряжение на экранирующие сетки обеих ламп 6Ж17Б подводится через общее сопротивление R_7. Конденсатор C_3



Фиг. 4. Принципиальная схема усилителя.

пропускает звуковые частоты, возникшие в цепи экранирующих сеток, в цепь катода и тем самым поддерживает напряжение на сетках постоянным.

Анодные и экранные напряжения ламп обеих ступеней подаются от выпрямителя через сопротивления R_{10} и R_{14}, назначение которых мы рассмотрим несколько позже.

Усиленные лампами микрофонных ступеней колебания звуковой частоты от обоих микрофонов через конденсаторы C_4, C_5 и сопротивления R_8, R_9, R_{11} подводятся к сетке лампы 6С4Б и «смешиваются» здесь; регуляторы усиления R_1 и R_4 позволяют подбирать уровень громкости по отдельности для первого и второго микрофона при их одновременной работе, а общий регулятор усиления R_{11} служит для изменения уровня передачи в целом. При использовании какого-либо «постороннего» источника программы, включаемого в гнезда *ИП* (граммофонный звукосниматель, приемник, линия), уровень громкости регулируется также сопротивлением R_{11}. Сопротивления R_8 и R_9 необходимы для уменьшения влияния микрофонных ступеней друг на друга при их одновременной работе.

Напряжение звуковой частоты, подводимое к сетке лампы 6С4Б от движка сопротивления R_{11}, усиливается лампой и через конденсатор C_8 передается на сетку лампы 6С5Б. Сопротивление R_{13} является анодной нагрузкой лампы 6С4Б. Сопротивления R_{12} и R_{16} служат для подачи отрицательного смещения на управляющие сетки ламп 6С4Б и 6С5Б, работающих в режиме класса А.

Сопротивление R_{15} в сеточной цепи лампы 6С5Б является «утечкой сетки»; оно пропускает в цепь катода электроны, оседающие на управляющей сетке лампы во время ее работы. Одновременно это сопротивление используется для регулировки тембра передачи. Его движок через конденсатор C_{10} соединен с анодом лампы. Конденсатор C_{10} имеет небольшую величину; через него некоторая часть усиленных колебаний звуковой частоты из анодной цепи возвращается вновь в сеточную цепь. Однако, «фаза» этих колебаний противоположна фазе колебаний, приходящих от предыдущей лампы; например, если в какой-то момент лампа 6С4Б подает на сетку лампы 6С5Б положительное напряжение, то из анодной цепи 6С5Б поступает отрицательное напряжение. Суммарное напряжение на сетке будет меньше, чем при отсутствии цепи «отрицательной обратной связи», соединяющей анод лампы с ее сеткой. Так как конденсатор пропускает колебания звуковой частоты тем легче, чем выше их частота, то при передаче вы-

соких звуковых частот суммарное напряжение на сетке будет меньше, чем при передаче низких частот и, соответственно, меньше будет усиление лампы на высоких частотах. Передвигая движок сопротивления R_{15}, можно вводить в цепь сетки большее или меньшее напряжение обратной связи и тем самым регулировать степень «срезания» высоких частот.

Анодной нагрузкой лампы 6С5Б является трансформатор $Тр_3$; его вторичная обмотка *II* разделена на две половины; средняя точка обмотки соединена с катодами ламп выходной ступени (через сопротивление R_{17}), а концы подведены к сеткам ламп. Благодаря такому включению напряжения на сетки ламп подводятся в противоположных фазах: когда, например, на сетке верхней (по схеме) лампы звуковое напряжение имеет положительный знак, на сетке нижней лампы оно отрицательно.

Выходная ступень работает в режиме АВ; в ней используются две лампы типа 6П6Б. Смещение на сетки ламп получается за счет падения напряжения на сопротивлении R_{17}, включенном в цепь катодов ламп; через это сопротивление протекают анодные и экранные токи обеих ламп. Блокировать сопротивление R_{17} конденсатором не требуется, так как анодные токи обеих ламп проходят через сопротивление все время в противоположных направлениях (ток одной лампы возрастает, ток другой — убывает), поэтому сумма токов остается постоянной.

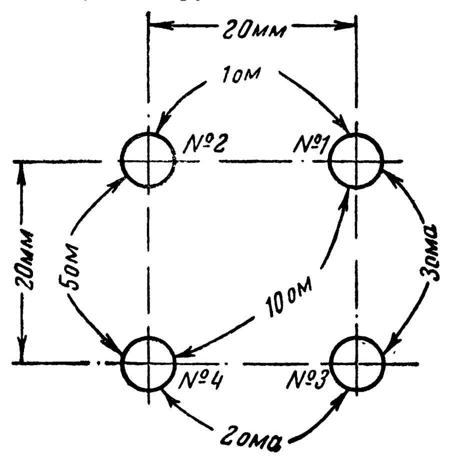
В общей цепи экранных сеток ламп 6П6Б включено сопротивление R_{18}; конденсатор C_{13} отводит в цепь катода токи звуковой частоты, возникающие при передаче в цепи экранных сеток.

Лампы выходной ступени могут отдать наибольшую мощность при минимальных искажениях лишь в том случае, если сопротивление нагрузки имеет вполне определенную величину (в данном случае около 10 000 *ом*); сопротивление звуковой катушки динамического громкоговорителя обычно измеряется несколькими омами. Поэтому необходимо между лампами и нагрузкой включить переходное устройство для «согласования» нагрузки и внутреннего сопротивления ламп. Таким согласующим устройством является выходной трансформатор $Тр_4$.

В описываемой конструкции выходной трансформатор дает возможность включать на выход усилителя громкоговорители с различным сопротивлением их звуковых катушек. На фиг 5 показано наиболее удобное размещение выходных гнезд на панели усилителя и соответственно отмечены те пары гнезд,

которые нужно использовать при включении динамических громкоговорителей, имеющих сопротивления катушек *1*, *2*, *3*, *5* или 10 *ом*. Для включения динамиков Р-10 или РД-10 на трансформаторе имеется отдельная обмотка *III*, концы которой подведены к гнездам *5* и *6*; трансформатор динамика Р-10 при этом должен быть включен на напряжение 60 *в*, динамика РД-10 — на 50 *в*.

Выпрямитель, работающий по обычной двухполупериодной схеме, монтируется в виде отдельного блока; в нем применен силовой трансформатор $Тр_5$, имеющий первичную обмотку, включаемую в сеть переменного тока через предохранитель *Пр* и выключатель *Вк*, высоковольтную обмотку, а также обмотку накала выпрямительной лампы и обмотку для питания нитей ламп усилителя.



Фиг. 5. Расположение выходных гнезд.

Переключение силового трансформатора на различные напряжения сети показано на схеме условно в виде стрелки, так как методы переключения обмоток неодинаковы у различных трансформаторов. В качестве выпрямительной лампы используется кенотрон 5Ц4С.

Выпрямитель соединяется с усилителем при помощи двух ламповых панелек $ЛП_1$ и $ЛП_2$, имеющих по четыре гнезда, и соединительного кабеля, на концах которого укреплены цоколи от старых ламп стеклянной серии, вставляющиеся в панельки.

Дроссель *Др* и конденсаторы фильтра выпрямителя C_{12} и C_{14} входят в схему усилительного блока; такое их размещение позволяет без всяких переделок перевести усилитель на питание от постоянного тока через вибропреобразователь. Имеющиеся в продаже мощные высоковольтные вибропреобразователи не имеют сглаживающего фильтра. Благодаря тому, что детали фильтра входят в схему усилителя, эти вибропреобразователи могут быть применены для питания описываемого усилителя в местностях, где не имеется сети переменного тока; в этом случае накал ламп и сам вибропре-

образователь должны питаться от аккумулятора емкостью не менее 60—100 *ач.*

Анодное напряжение на лампы выходной ступени снимается до дросселя фильтра; после фильтра присоединены анодная цепь лампы 6С5Б и цепь экранных сеток ламп 6П6Б.

Сопротивления R_{14} и R_{10} совместно с конденсаторами C_9 и C_6 образуют развязывающие цепи, через которые подается анодное напряжение на лампы первых ступеней. Эти цепи необходимы для того, чтобы исключить возможность влияния выходных ступеней усилителя на входные и тем самым уменьшить вероятность возникновения паразитной генерации.

Одновременно цепи R_{10}—C_6 и R_{14}—C_9 служат для некоторого подъема усиления в области низших звуковых частот, а также являются добавочными ячейками фильтра для первых ступеней усилителя, весьма чувствительных к фону переменного тока.

Сеточные проводники первых ступеней усилителя должны быть заключены в заземленные экраны из металлической оплетки; на схеме фиг. 4 эти экраны показаны в виде наложенных на проводники кружочков, соединенных с заземлением.

ДЕТАЛИ

Описываемый усилитель состоит из сравнительно небольшого числа деталей. Трансформаторы $Тр_1$, $Тр_2$, $Тр_3$ и $Тр_4$ радиолюбителю придется изготовить самостоятельно.

Входные трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$ совершенно одинаковы; их первичные обмотки имеют по 570 витков провода ПЭ 0,25—0,3, вторичные обмотки — по 5 000 витков провода ПЭ 0,08—0,1. Трансформаторы рассчитаны на входное сопротивление 600 *ом*; если будет необходимость применить микрофоны с другим выходным сопротивлением, то число витков первичных обмоток придется изменить: для сопротивления 200 *ом* оно должно равняться 330, для 250 *ом* — 385 того же провода ПЭ 0,25—0,3. Число витков вторичных обмоток в этом случае не изменяется (при условии, что величина сопротивлений R_1 и R_4 остается равной 50 000 *ом*).

Оба трансформатора наматываются на сердечниках из трансформаторной стали Ш-12 или Ш-15; толщина пакета пластин должна равняться 12—13 *мм*. Трансформаторы следует хорошо экранировать, заключив их целиком в экраны из листового железа или стали толщиной не менее 0,3—0,5 *мм*.

Междуламповый трансформатор $Тр_3$ наматывается на сер-

дечнике Ш-16, толщина пакета 20 *мм*. Первичная обмотка должна иметь 3 000 витков провода ПЭ 0,1, вторичная — 2×1 200 витков провода ПЭ 0,15.

Выходной трансформатор $Тр_4$ имеет три обмотки. Первичная обмотка состоит из двух половин по 1 000 витков провода ПЭ 0,15. Обмотка *II* для включения динамиков состоит из трех секций: первая, включенная между гнездами *1* и *2*, имеет 28 витков, вторая (гнезда *2—3*) — 21 виток, третья (гнезда *3—4*)—40 витков. Все три секции наматываются одинаковым проводом ПЭ 0,9—1,1. Обмотка *III*, рассчитанная на напряжение 60 *в* звуковой частоты, должна иметь 450 витков провода ПЭ 0,3. Сердечник трансформатора типа Ш-19 или Ш-25, сечением 5—6 $см^2$.

Силовой трансформатор $Тр_5$ может быть применен как самодельный так и фабричный; вполне подойдет любой из силовых трансформаторов мощностью 70—100 *вт*, применяющихся в сетевых супергетеродинах II класса. В описываемой конструкции применен трансформатор от приемника «Салют».

При выборе силового трансформатора следует стремиться приобрести такой трансформатор, который мог бы обеспечить получение выпрямленного напряжения около 300 *в* при токе до 70—80 *ма*. Самодельный трансформатор может иметь следующие данные: сечение сердечника — 15—16 $см^2$; первичная обмотка для сети 120 *в* — 420 витков ПЭ 0,55, для сети 220 *в* — 775 витков ПЭ 0,35; высоковольтная обмотка — 2×1 130 витков ПЭ 0,2; обмотка накала кенотрона — 18 витков ПЭ 1,0; обмотка накала ламп 23 витка ПЭ 1,2.

Дроссель фильтра выпрямителя *Др* можно также применить фабричный; его сопротивление постоянному току не должно превышать 800—1 000 *ом*. Можно изготовить самодельный дроссель, намотав его из провода ПЭ 0,2 на сердечнике сечением 3—4 $см^2$, с воздушным зазором 0,1—0,2 *мм*; число витков дросселя должно равняться 5 000—8 000.

Величины всех конденсаторов и сопротивлений показаны на схеме фиг. 4; переменные сопротивления должны иметь хорошие контакты между ползунками и мастичными полосками, чтобы не вносить в передачу тресков и шумов. Корпусы переменных сопротивлений должны быть экранированы.

Электролитические конденсаторы фильтра и развязок C_6, C_9, C_{12} и C_{14} должны быть рассчитаны на рабочее напряжение 450 *в*; конденсаторы C_1, C_2, C_7 и C_{11}, блокирующие сопротивления в цепи катодов ламп, могут иметь небольшое рабочее напряжение, порядка 10—15 *в*.

Остальные конденсаторы также должны быть рассчитаны на работу при напряжении 300—400 *в* и не иметь утечки.

Все постоянные сопротивления за исключением R_{17} и R_{18}, типа ТО или ВС, с допустимой мощностью рассеяния 0,25 *вт*; сопротивления R_{17} и R_{18} должны допускать рассеяние мощности до 1—2 *вт*.

Выключатель *Вк* можно применить любой конструкции. Предохранитель *Пр* рассчитывается на ток 2 *а*.

КОНСТРУКЦИЯ И МОНТАЖ

Установка для усиления речей может быть выполнена в двух вариантах: переносном и стационарном. В том случае, если установка предназначена для постоянной работы в определенном зале или аудитории, нет необходимости проектировать ее в виде переносной конструкции. Однако, часто установка используется не только для усиления речей, но также для обслуживания других аудиторий, прослушивания граммофонных пластинок на открытом воздухе во время коллективных выездов организаций за город и т. д. В этом случае переносное оформление установки будет более удобным.

Установка может быть размещена в двух чемоданах размером по 65×40×20 *см*. В одном из них укрепляется панель усилителя, в другом — панель выпрямителя; свободное место используется для хранения микрофонов, кабелей, контрольных телефонов, проигрывателя и т. д.

Панель для усилителя удобнее всего изготовить из алюминия толщиной 1—2 *мм*, по форме, показанной на фиг. 6; на этой же фигуре показаны размеры и размещение панели усилителя в чемодане. Вертикальная стенка панели для прочности связывается с горизонтальной при помощи угольников. К чемодану панель прикрепляется болтиками, проходящими через отогнутые края обеих стенок.

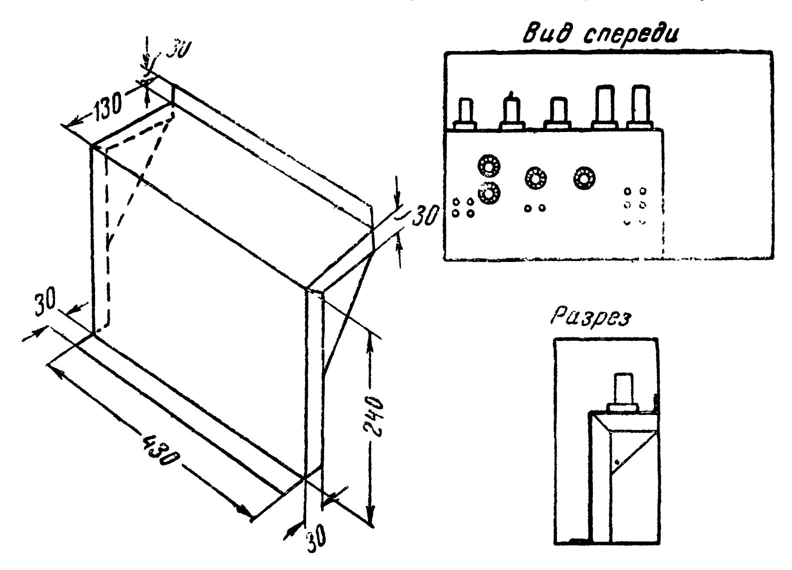
Не рекомендуется монтировать усилитель на панели небольших размеров; в этом случае будет трудно разместить детали так, чтобы их взаимное влияние друг на друга было невелико. Особенно опасно воздействие деталей выходной ступени на цепи микрофонных входов. Поэтому при монтаже нужно расположить на панели ступени одну за другой, избегая скученности деталей и тщательно экранируя сеточные проводники ламп первых ступеней.

Трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$ и все подходящие к ним провода также должны быть хорошо экранированы. Плохая экра-

нировка или скученный монтаж могут привести к самовозбуждению («вою») усилителя.

Монтаж должен быть выполнен таким образом, чтобы токи одной из ступеней не имели возможности проникнуть в цепи других ступеней.

Электролитические конденсаторы должны быть расположены непосредственно у той ступени, в которой они работают

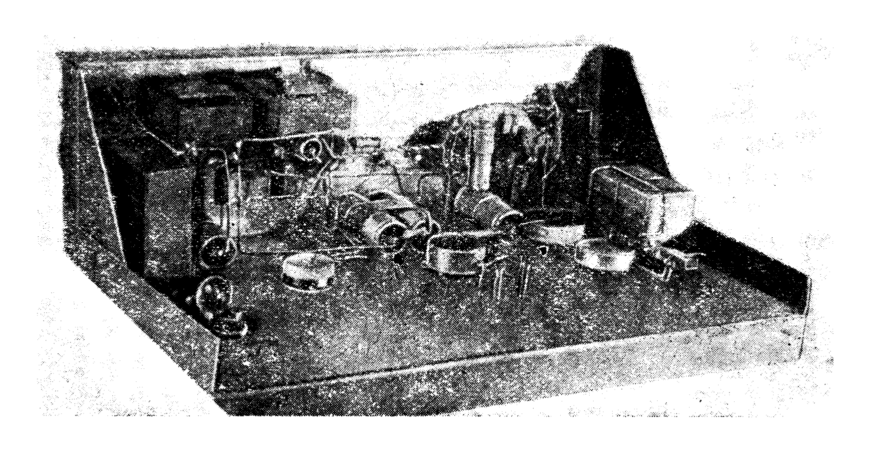


Фиг. 6. Размеры и расположение панели усилителя.

или цепи которой они «развязывают». Нельзя просто укреплять электролитические конденсаторы на панели усилителя, учитывая, что отрицательные полюсы соединены с их корпусами, и считать, что «минус» конденсатора включен в схему; нужно от каждой скобки, крепящей тот или иной электролитический конденсатор к панели, подвести к минусовому проводу схемы отдельный медный проводник. Такой монтаж уменьшит возможность появления в алюминиевой панели «блуждающих токов», которые могут быть причиной самовозбуждения усилителя. Экранирующие оплетки, в которые заключается ряд проводников входных ступеней следует также надежно соединить с минусовым проводом.

Входные ступени усилителя очень чувствительны к фону переменного тока. Ни в коем случае нельзя использовать один

из проводников цепи накала одновременно в качестве общего минусового провода — это приведет к появлению сильного фона переменного тока. Все цепи накала должны быть смонтированы изолированным проводом, сплетенным в тугой шнур на возможно большем участке; провода к ламповой панельке должны отходить от шнура под прямым углом, так, чтобы участки одиночных проводников, несущих переменный ток, были невелики. Цепь накала заземляется только в одной



Фиг.7. Расположение деталей на панели усилителя.

точке. Сердечники всех трансформаторов, а также металлические баллоны ламп должны быть также заземлены.

Мы особенно подчеркиваем важность разумного размещения деталей и правильного ведения монтажа. Усилитель работает при входных напряжениях порядка одной тысячной вольта, поэтому даже ничтожные «наводки» фона на входные цепи или очень слабая емкостная связь входа с выходом могут привести к ненормальной работе усилителя.

На фиг. 7 можно видеть расположение основных деталей усилителя на Г-образной панели, эскиз которой был приведен на фиг. 6.

Панель для выпрямителя может быть выполнена также Г-образной формы, ее размеры равны 26×24×13 *см*.

Все детали, которые предназначены для установки в усилителе и выпрямителе, должны быть тщательно проверены. Величины примененных постоянных сопротивлений могут от-

личаться от указанных на схеме фиг. 4 на 15—20% в ту или иную сторону.

Соединения всех монтажных проводников и деталей должны быть тщательно пропаяны оловом; в качестве флюса при пайке можно пользоваться только канифолью. Применять кислоту («паяльную жидкость») ни в коем случае не следует, так как брызги кислоты, попавшие на соседние детали при пайке, через некоторое время могут разъесть и испортить их.

Если у радиолюбителя, собирающегося построить описываемую установку, не окажется под рукой необходимых ламп, он может заменить их другими типами. Лампы входных каскадов 6Ж17Б можно заменить лампами типа 6Ж7Б; вместо лампы 6С4Б можно воспользоваться применяющимися во многих радиовещательных приемниках лампами 6Р7Б (6Г7) или 6Р17Б (6SQ7). В этом случае используется только триодная часть лампы, аноды диодов следует оставить невключенными.

Триод 6С5Б можно также заменить, использовав один или оба (включенные параллельно) триоды сдвоенных ламп типа 6Н7 или 6Н8; вполне удовлетворительные результаты можно получить, применив лампы 6К7Б или 6Ж7Б, включенные триодом (экранирующая сетка соединена с анодом), а также лампу 6С2Б (6J5)). Лампы 6П6Б, примененные в выходной ступени, можно заменить лучевыми тетродами типа 6П2 (6V6). Однако, наилучшие результаты могут быть получены только при применении рекомендованных типов ламп.

При всех перечисленных заменах ламп величины деталей, указанных на схеме, можно оставить без изменений.

НАЛАЖИВАНИЕ

Налаживание усилителя, смонтированного без ошибок из доброкачественных деталей, очень несложно. Опишем примерный порядок действий.

Закончив монтаж, проверяем правильность всех соединений и надежность контактов. Затем соединяем между собой обе панели установки кабелем или проводами; выпрямитель нужно удалить от усилителя на расстояние не менее 1 *м*, чтобы уменьшить непосредственное влияние магнитного поля силового трансформатора на детали усилителя. Все регуляторы усиления ставим в положения наименьшего усиления, включаем вилку выпрямителя в розетку сети переменного тока и ставим выключатель *Вк* в положение «включено».

После этого проверяем режим всех ламп, измеряя напряжения на их электродах вольтметром постоянного тока. Для

измерений можно применять только «высокоомные» вольтметры (с высоким внутренним сопротивлением, не менее 3 000—5 000 *ом* на вольт шкалы). Приборы с малым внутренним сопротивлением будут давать преуменьшенные показания, особенно при измерении напряжений на электродах ламп первых двух ступеней. Нормальные напряжения в различных точках схемы отмечены непосредственно на схеме фиг. 4. Если одно из измеренных напряжений отличается от нормального более чем на 20—30%, нужно проверить правильность монтажа и исправность деталей соответствующей цепи.

Убедившись в правильности режима всех ламп, можно присоединить громкоговоритель; его звуковая катушка или трансформатор включается в соответствующие выходные гнезда.

Если громкоговоритель имеет катушку подмагничивания, то к ней должно быть подведено соответствующее напряжение от отдельного выпрямителя. Затем в гнезда *ИП* включаем при помощи экранированного шнура граммофонный звукосниматель и проигрываем какую-либо граммофонную пластинку; при этом проверяется действие общего регулятора громкости R_{11} и регулятора тембра R_{15}. Выключив шнур звукоснимателя, переходим к проверке входных ступеней.

В гнезда M_1 или M_2 включается экранированный кабель, подводящий напряжение от микрофона; сам микрофон должен быть удален от динамика и установлен таким образом, чтобы «акустическая связь» между ним и динамиком была наименьшей. Экран микрофонного кабеля нужно соединить с корпусом усилителя, причем сам корпус весьма желательно хорошо заземлить.

Один из участников налаживания установки становится на расстоянии около 1 *м* от микрофона и дает счет (раз, два, три, четыре, пять и т. д.) с такой громкостью, с которой говорит оратор, обращаясь к собравшимся. В это время остальные участники проверяют действие всех регуляторов и подбирают наиболее приятный тембр звучания и наивыгоднейшую громкость.

Если в процессе налаживания будет замечено, что усилитель вносит сильные искажения или передача сопровождается фоном переменного тока, нужно определить ступень, в которой возникает это явление. Проще всего это сделать, проверив качество передачи последовательно в различных точках усилителя, начиная от сетки лампы 6С4Б; прослушать передачу можно через контрольные головные телефоны, соединив их

последовательно с конденсатором емкостью в 1—2 *мкф* и подключая эту цепь между корпусом и соответствующей точкой схемы. Определив неисправную ступень, нужно принять меры для устранения фона или искажений.

ЭКСПЛОАТАЦИЯ

Усилитель рекомендуется располагать вблизи сцены, так чтобы длина кабелей, идущих к микрофонам и громкоговорителям, была наименьшей. Микрофонные кабели должны быть очень хорошо экранированы и по возможности удалены от других проводов, которые могут создать «наводки» (провода сети переменного тока, кабели громкоговорителей и др.).

Один микрофон надо расположить около председателя собрания, другой — на трибуне лектора. Громкоговорители нужно поместить в зрительном зале, обеспечив отсутствие акустической связи между ними и микрофонами.

Усилитель может нагрузить громкоговорители общей мощностью до 10 *вт*; поэтому могут быть использованы три параллельно соединенных 3-ваттных громкоговорителя, два 5-ваттных или один 10-ваттный (Р-10, РД-10).

При проигрывании граммофонных пластинок сопротивления R_1 и R_4 следует устанавливать в положение минимального усиления; звукосниматель включается в гнезда *ИП*.

При ведении передачи с микрофонов звукосниматель нужно отключать; если усилитель будет использоваться в качестве небольшого радиоузла, для отключения звукоснимателя в схему усилителя следует ввести специальный выключатель.

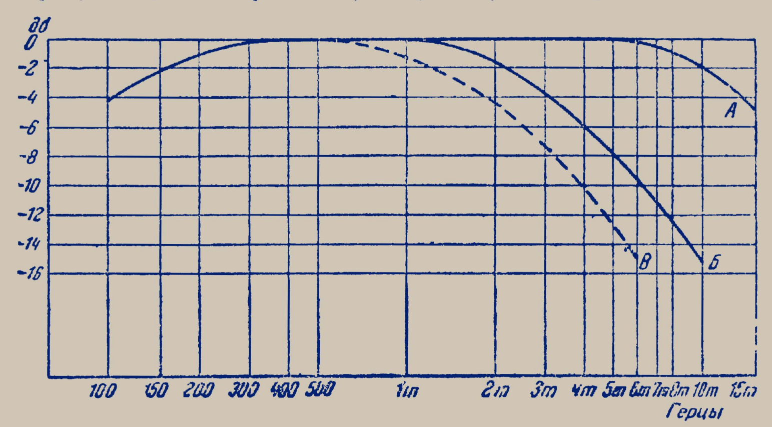
Усилитель можно использовать для трансляции передачи, принятой через радиоприемник. В этом случае напряжение звуковой частоты снимается с управляющей сетки первой лампы усилительной части приемника и через конденсатор в 1—2 *мкф* подводится к верхнему (по схеме) гнезду *ИП*. Корпус усилителя должен быть соединен с корпусом приемника или непосредственно, или (при применении приемника с бестрансформаторным питанием) через бумажный конденсатор большой емкости (1—3 *мкф*).

Контроль всех передач ведется оператором через головные телефоны, включенные в одну из свободных пар выходных гнезд усилителя.

Отметим, что при пользовании установкой для усиления речей обязательно следует выделить человека, который был бы ответственен за сохранность и правильную эксплоатацию установки.

ЧАСТОТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОПИСАННОГО В БРОШЮРЕ УСИЛИТЕЛЯ

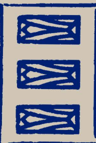
По вертикальной оси отложено относительное усиление в децибелах, по горизонтальной — звуковые частоты. Кривая *А* соответствует минимальному срезанию высоких частот (движок регулятора тембра R_{15} (см. фиг. 4) стоит у заземленного

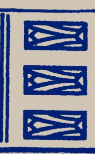


конца). Кривые *Б* и *В* соответствуют среднему и наибольшему срезанию высоких частот.

Характеристика снималась при отдаваемой мощности порядка 4—5 *вт*; при этом использовался 60-вольтовый выход, в его гнезда была включена нагрузка в виде сопротивления 350 *ом* 10 *вт*.

Цена 75 коп.





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ
Москва, Шлюзовая набережная, дом 10.

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Под общей редакцией академика А. И. БЕРГА

ПЕЧАТАЮТСЯ И В БЛИЖАЙШЕЕ ВРЕМЯ ПОСТУПЯТ В ПРОДАЖУ

КРИЗЕ С. Н. Расчет маломощных силовых трансформаторов и дросселей фильтров.

ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ И ПОСТУПИЛИ В ПРОДАЖУ

БАТРАКОВ А. Д. Элементарная электротехника для радиолюбителей. 176 стр., ц. 6 р. 50 к.

ЕНЮТИН В. В. Как производить настройку и испытание приемника при помощи сигнал-генератора. 56 стр., ц. 1 р. 75 к.

КАЖИНСКИЙ Б. Б. Свободнопоточные гидроэлектростанции малой мощности. 72 стр., ц. 2 р. 25 к.

ЛАБУТИН В. К. Простейшие радиолюбительские конструкции. 96 стр., ц. 3 р.

ПАНКОВ Г. В. Основы частотной модуляции. 56 стр., ц. 1 р. 75 к.

ПРОЗОРОВСКИЙ Ю. Н. Радиограммофон. 32 стр., ц. 1 р.

СИТНИКОВ Г. Г. Справочник радиослушателя. 136 стр., ц. 6 р.

Элементы и детали любительских радиоприемников под общей редакцией В. В. Енютина. 184 стр., ц. 10 р.

ПРОДАЖА ВО ВСЕХ КНИЖНЫХ МАГАЗИНАХ И КИОСКАХ СОЮЗПЕЧАТИ